Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 465-478

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 478-465

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی اثرات افزودن صمغ زدو بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر رشته آشی و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی، رشته آشی کم نمک

زهره بوربورمرادی[1]- لیلا ناطقی[2]*- اورنگ عیوض‌زاده[2]

تاریخ دریافت: 1398/03/06
تاریخ پذیرش: 1398/06/17

چکیده

مصرف زیاد نمک در رشته آشی منجر به ابتلا و پیشرفت بیماری پرفشاری خون می‌گردد و از طرفی کاهش نمک منجر به ایجاد مشکلاتی نظیر سست شدن و ریزش رشته آشی در هنگام خشک کردن و یا منجر به وا رفتن رشته در هنگام جوش، می‌گردد. استفاده از صمغ‌ها در فرمولاسیون رشته آشی می‌تواند اثرات مخرب کاهش نمک بر کیفیت رشته آشی را کاهش دهد. هدف کلی از این پژوهش بررسی اثرات افزودن صمغ زدو در غلظت‌های 0/2، 0/4، 0/6، 0/8، 1و 1/2% بر مبنای وزن آرد به‌جای نمک مورد استفاده در فرمولاسیون رشته آشی شاهد (4/5%) بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر رشته آش و همچنین ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی، رنگ‌سنجی، کیفی و حسی رشته آشی کم نمک یک روز پس از تولید بود. بنابراین 7 تیمار به همراه شاهد مطابق با طرح کاملا تصادفی طراحی گردید. نتایج آزمون‌های رئولوژیکی خمیر نشان داد که کاهش نمک و افزایش صمغ زدو اثر معنی‌داری ($p\leq0/05$) بر خواص رئولوژی خمیر رشته آش شامل متوسط حداکثر ارتفاع منحنی، متوسط طول منحنی، شاخص تورم، متوسط سطح زیر منحنی، تست پیکربندی و الاستیسیته داشته است. ارزیابی نتایج فیزیکوشیمیایی نشان داد که با اضافه نمودن صمغ زدو و کاهش میزان نمک میزان رطوبت افزایش و میزان خاکستر و نمک به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. نتایج آزمون بافت‌سنجی توسط دستگاه آنالیز پروفایل بافت نشان داد با کاهش نمک و افزایش غلظت صمغ زدو و میزان سختی تیمارها روند کاهشی نشان داد. نتایج آزمون رنگ‌سنجی نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در مولفه‌های رنگی a^*، b^* و L^* بین کلیه تیمارها با نمونه شاهد مشاهده نگردید. بررسی ویژگی‌های کیفی رشته‌های آشی نشان داد با کاهش میزان نمک به 3/90% و افزودن صمغ زدو تا غلظت 0/6% وزن رشته‌های ناهمگون، وزن رشته‌های نیمه شکسته و شکسته در مقایسه با شاهد روند کاهشی نشان داد و در غلظت‌های بالاتر از 0/6% صمغ زدو این تغییرات روند افزایشی نشان داد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد با کاهش میزان نمک تا 3/90% و افزودن 0/6% صمغ زدو امتیاز بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی تیمارها اختلاف معنی‌داری در مقایسه با نمونه شاهد نشان نداد. امتیاز مزه تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد میتوان میزان نمک رشته آش را تا 0/6 کاهش داد و به‌جای آن صمغ زدو اضافه نمود بدون اینکه اثر نامطلوبی بر خواص کیفی، بافتی و حسی رشته آش در مقایسه با شاهد داشته باشد بنابراین تیمار مذکور به‌عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: رشته آشی، صمغ زدو، کم نمک

مقدمه

غلات جزء اولین محصولات کشاورزی می‌باشند که انسان به‌عنوان غذا مورد استفاده قرارداده است و امروزه در اکثر کشورهای جهان تامین‌کننده بیشترین مقدار کالری، پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی برای انسان می‌باشند (FAO 2002).

غلات فرآوری شده نظیر محصولات خمیری سهم مهمی را در سبد خانواده‌ها به‌خود اختصاص داده است. محصولات خمیری یکی از مهمترین منابع انرژی‌زا در بسیاری از کشورهای جهان بوده و هر روزه بر اهمیت آن افزوده می‌گردد. به‌طوری که می‌تواند تا حدود زیادی جای نان را پر نماید. همچنین در مقایسه با نان، ضایعات بسیار پایین برجای گذاشته است. گرایش مردم به مصرف محصولات خمیری به علت سهولت در پخت، ارزش غذایی بالا، پایین بودن قیمت نسبی، قابلیت نگهداری زیاد و امکان غنی‌سازی و بالا بردن ارزش تغذیه‌ای این ماده از مزایای آن می‌باشد. در تولید محصولات خمیری، خمیر بدون آنکه تخمیر گردد فرم و شکل گرفته و در دماها و رطوبت‌های

---

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، ورامین، ایران.
(*-نویسنده مسئول: Email: leylanateghi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i4.80940

مشخصی خشک می‌گردد. در فرآورده‌های خمیری نمک علاوه بر نقش بافت‌دهندگی و افزایش طعم، سبب افزایش سرعت تخمیر مخمرها می‌شود (Lazaridou *et al*., 2007).

رشته آشی و پلویی از جمله فراورده‌های خمیری کشور ما هستند. این محصولات به‌صورت سنتی و صنعتی تولید می‌شوند. البته امروزه در برخی از کشورهای صنعتی به‌ویژه ژاپن، تولید محصولاتی مشابه، مانند رشته فوری رواج دارد. این محصولات از مخلوط آرد گندم با آب و نمک به‌دست می‌آیند که پس از مرحله عمل‌آوری، توسط دستگاه‌های مخصوص برش خورده و آنگاه خشک شده و آماده مصرف می‌شوند (سهیلی فرد، 1392).

به‌طورکلی رشته فرآورده‌ای است که از مخلوط کردن آرد گندم، آب و نمک پس از طی مرحله عمل‌آوردن به‌وسیله ماشین‌های مخصوص تهیه و پس از خشک کردن به بازار عرضه می‌شود که دارای انواع مختلف از جمله رشته آشی[1]، رشته پلویی[2] می‌باشد. رشته آشی فرآورده‌ای است که از مخلوط کردن آرد گندم، آب و نمک پس از طی مراحل مختلف عمل‌آوری به‌وسیله دستگاه، تولید و سپس خشک می‌گردد. دارای رنگ سفید متمایل به شیری می‌باشد و از آرد ستاره تهیه می‌شود این نوع رشته کمی ضخیم می‌باشد (سهیلی‌فرد، 1392).

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018 در ارتباط با ویژگی‌های رشته آشی، میزان رطوبت و میزان خاکستر رشته آشی به‌ترتیب نباید بیشتر از 12% و 6% باشد. میزان پروتئین و میزان نمک طعام رشته آشی به‌ترتیب نباید کمتر از 7% و بیشتر از 4/5% باشد. رشته‌ها باید تا حد امکان صاف، یکنواخت، به طول حداقل 15 سانتی‌متر و فاقد لک و مواد خارجی باشند و رنگ رشته آشی باید سفید مایل به کرم و رشته پلویی باید قهوه‌ای روشن باشد. رشته باید دارای مزه و بوی مخصوص به‌خود (آرد و خمیر) و فاقد مزه و بوی ترشیدگی، کپک‌زدگی، ماندگی و سایر بوهای غیرطبیعی باشد. همچنین درازا و پهنای رشته آشی به‌ترتیب نباید بیشتر از 3 میلی‌متر و 2/5 میلی‌متر باشد.

از طرفی استفاده گسترده نمک در محصولات غذایی در طی سال‌های اخیر موجب بروز نگرانی در مورد سلامتی مصرف‌کنندگان شده است. این نگرانی‌ها زمانی ایجاد شد که نتایج مطالعات گوناگون بیانگر این مطلب است که مصرف زیاد نمک طعام (سدیم کلراید) از مهمترین عوامل خطر در ابتلا و پیشرفت بیماری پرفشاری خون می‌باشد (Appel *et al*., 1997).

درصورتیکه نمک به مقدار مناسب مصرف شود و کلیه‌ها هم سالم بوده و عملکرد خوبی داشته باشند نمک مورد نیاز بدن تامین می‌گردد اما در صورت تداوم مصرف زیاد نمک و مواد شور و یا اختلال در کارکرد کلیه‌ها یا یکی از سیستم‌های مربوط به دفع نمک اضافی، موجب تجمع آب در بدن شده و ایجاد ورم در تمام و یا قسمت‌هایی از بدن می‌نماید و همچنین از عوامل موثر بر افزایش فشار خون و بروز بیماری‌های قلبی و عروقی است (قاسمی و همکاران، 1393).

علی‌رغم اینکه کاهش مصرف نمک در جامعه دشوار است، اما با انجام اقدامات و استراتژی‌های خاص کاهش بخش عمده‌ای از نمک دریافتی جمعیت امکان‌پذیر است (سهیلی‌فرد، 1392).

هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها، بیوپلیمرهای هیدروفیلیک با وزن مولکولی بالا، ترکیباتی عملگرا در صنایع غذایی بوده و بیشتر به منظور کنترل جذب آب، بهبود رئولوژیکی، بهبود زمان ماندگاری و کنترل ویسکوزیته مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kahajdova and karovicova, 2009).

زدو صمغی است شفاف که از درختان بادام کوهی تراوش می‌شود. درختان بادام کوهی که بومی ایران محسوب می‌شوند در مناطق وسیعی از کشور (ناحیه ایرانی، تورانی) به‌ویژه استان‌های مرکزی می‌رویند. این صمغ به نام‌های زدو و شیرازی نیز معروف است (خرمی، 1385). در زبان انگلیسی و فرانسوی به‌ترتیب gum zedu و Gomme notras می‌نامند (عباسی و رحیمی، 1387).

Pooresmail و همکاران (2011) بررسی اثر افزودن نمک (در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2%) بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نهایی پاستای تولیدی، بیان نمودند که افزودن نمک سبب کاهش جذب آب آرد، افزایش زمان گسترش خمیر و زمان مقاومت خمیر و بهبود کیفیت خمیر نهایی می‌شود. همچنین نتایج آزمون اکستنسوگرافی نشان داد که افزودن نمک سبب افزایش مقاومت خمیر به تخمیر و مقاومت خمیر به کشش می‌شود همچنین افزودن نمک باعث کاهش میزان لعاب و افت پخت نمونه‌ها شد در نهایت دربررسی حسی نمونه‌ها ارزیاب‌ها نمونه حاوی 1% نمک را به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب کردند. Rafiq و همکاران (2016) در بررسی تاثیر صمغ زانتان و گوار (1، 2و 3%) بر ویژگی‌های رشته فرنگی تولید شده با آرد بلوط، نتایج، نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها منجر به بهبود بافت و ویژگی‌های پخت گشته است. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که افزودن 3% صمغ مورد پذیرش ارزیابان حسی بوده است. از آنجایی که کاهش نمک منجر به ایجاد مشکلاتی نظیر سست شدن و ریزش رشته آشی شده و حتی در هنگام جوش، منجر به وا رفتن رشته می‌گردد. استفاده از صمغ زدو در فرمولاسیون رشته آشی کم‌نمک می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی، رئولوژیکی رشته آشی کم نمک گردد. در تحقیق حاضر به‌منظور تولید رشته آشی کم نمک و بهبود خواص نامطلوب ناشی از کاهش نمک در فرمولاسیون رشته آشی، از غلظت‌های 0/2، 0/4، 0/6، 0/8، 1و 1/2% صمغ زدو استفاده گردید و خواص

1 Aash Branch
2 Rice Branch

رئولوژیکی خمیر در روز تولید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، کیفی و حسی نمونه‌ها یک روز پس از تولید مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر جهت تهیه نمونه شاهد و سایر نمونه‌ها، آرد (آرد البرز، ایران) و صمغ زدو (طعم و رنگ فریر، ایران)، مواد شیمیایی مورد استفاده شامل اسید سولفوریک، سولفات مس، سلیکاژل، اسید کلریدریک، فنل فتالئین، متیلن بلو، تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم، دی پتاسیم اگزالات و دی هیدروکسید سدیم (مرک، آلمان) تهیه شد.

آماده‌سازی تیمارهای مورد آزمون

ابتدا آنالیزهای مربوط به آرد (رطوبت، خاکستر، گلوتن، pH) و صمغ زدو (خاکستر، رطوبت، pH) مورد استفاده در تولید رشته آشی انجام شد. جهت تهیه نمونه شاهد از روش مهرعلیها و همکاران (1396) استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا مواد اولیه پودری (آرد و نمک) توزین و سپس به‌وسیله دستگاه همزن مخلوط شده و آب به آرامی به این مواد اضافه شد. سپس مرحله همزدن به مدت 15 دقیقه تا به‌دست آوردن یک خمیر همگن ادامه یافت. خمیر آماده شده وارد دستگاه خمیر پهن‌کن شده و خمیر به قطعات مربع شکل تبدیل شد و به مدت 15 دقیقه به آن استراحت داده و بعد قطعات مربع شکل خمیر وارد دستگاه برش‌زن شد تا تبدیل به ورقه‌های نازک گردد. هنگامی که ضخامت ورقه خمیر به حد مطلوب رسید، خمیر وارد دستگاه برش‌زن شده و تبدیل به حد مطلوب رسید، خمیر به‌صورت نوارهایی بریده شد و سرانجام این نوارها تبدیل به رشته شدند. در مرحله بعد رشته‌ها جهت خشک شدن به گرمخانه انتقال داده شده و بسته‌بندی انجام شد. از طرفی در تهیه نمونه‌های رشته آشی محتوی صمغ زدو، ابتدا مواد اولیه مشابه مقادیر ذکر شده در فرمولاسیون نمونه شاهد تهیه شده و سپس صمغ زدو به نسبت‌های 0/2، 0/4، 0/6، 0/8، 1/0 و 1/2% بر مبنای وزن آرد و همراه با مواد اولیه پودری (آرد و نمک) اضافه شد. از آنجایی که طبق استاندارد ملی به شماره 2018، حداکثر میزان نمک می‌تواند 4/5% باشد، و از طرفی صمغ زدو به‌عنوان جایگزین نمک به‌کار گرفته شده است، در تیمارهای ذکر گردیده در جدول شماره 1، با افزودن صمغ زدو، درصد مذکور از نمک کاسته شده است. سپس آزمون‌های رئولوژیکی خمیر در روز تولید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی نمونه‌ها یک روز پس از تولید مورد بررسی قرار گرفت.

جدول 1- معرفی تیمارهای مورد آزمون در تحقیق

کد تیمار	فرمولاسیون رشته آشی
1 (شاهد)	فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک
2	حاوی 0/20% صمغ زدو+ 4/30% نمک
3	حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک
4	0/60% صمغ زدو+ 3/90% نمک
5	0/80% صمغ زدو+ 3/70% نمک
6	1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک
7	1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک

*درصدها بر مبنای وزن آرد مصرفی می‌باشد

آزمون‌های شیمیایی آرد

آزمون تعین پروتئین آرد توسط روش کجلدال مطابق روش AACC شماره 12-46 (Anonymous, 2003)، آزمون تعیین خاکستر مطابق روش AACC شماره 01-08 (Anonymous, 2003)، آزمون تعیین گلوتن مرطوب مطابق روش AACC شماره 10-54 (Anonymous, 2003) و آزمون تعیین pH مطابق روش استاندارد ملی شماره 37 انجام شد.

آزمون‌های صمغ زدو

pH، خاکستر و رطوبت صمغ زدو مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 442 انجام شد.

آزمون رئولوژیکی خمیر رشته آش

در تحقیق حاضر آزمون آلوئولب توسط دستگاه آلوئولب (شوپن، فرانسه) طبق استاندارد AACC بین المللی به شماره A 30-54 انجام شد.

متوسط حداکثر ارتفاع منحنی (p)، متوسط طول منحنی (L)، شاخص تورم[1] (G)، متوسط سطح زیر منحنی (W)، نسبت پیکربندی[2]، اندیس الاستیسیته[3] (Ie) مورد بررسی قرار گرفت.

---
1 Index of swelling
2 Configuration Ratio
3 Elasticity Index

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی

آزمون تعیین رطوبت مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2705 ، آزمون تعیین خاکستر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 103 و آزمون تعیین نمک مطابق روش استاندارد ملی شماره 2880 انجام شد.

بافت‌سنجی رشته‌های آش

این آزمون مطابق با روش Choy و همکاران (2012) توسط دستگاه آنالیز پروفایل بافت (Brookfield) انجام شد. بدین ترتیب که جهت بررسی ویژگی‌های بافتی رشته‌ها، نمونه‌های مورد آزمون را به مدت 10 دقیقه پخت نموده و بلافاصله در دمای محیط نمونه‌ها را در زیر پروب از نوع استوانه‌ای با قطر 35 mm قرار داده شد. تنظیمات کالیبراسیون بدین ترتیب بودند: لودسل[1] 5 kg، مسیر بازگشت 15 mm، در حالت فشاری[2] سرعت 2 mm/s و میزان کرنش 75% و از پیک‌های به‌دست آمده، فاکتورهایی مثل سختی[3]، چسبندگی[4]، پیوستگی[5]، الاستیسیته (قابلیت ارتجاع) ، صمغیت[6] و قابلیت جویدن[7] مورد بررسی قرار گرفت.

رنگ‌سنجی

آزمون تعیین رنگ نمونه‌های رشته آش توسط دستگاه هانترلب (کالرمتر، تایوان) مطابق با روش Choy و همکاران (2012) انجام شد که با مشخص کردن شاخص‌های a^*، b^* و L^* پارامتر رنگ تعیین شد. شاخص L^* بیانگر روشنی و تیرگی نمونه‌ها است. شاخص a^* بیانگر قرمز یا سبز بودن نمونه‌ها و شاخص b^* بیانگر زرد یا آبی بودن نمونه‌ها است. جهت انجام آزمون، حدود 15 گرم نمونه را توسط هاون کوبیده و در یک کیسه شفاف بسته‌بندی کرده و رنگ تیمارها محاسبه شد.

درصد وزنی رشته‌های ناهمگون

این آزمون مطابق روش استاندارد ملی شماره 2018 انجام شد. بدین ترتیب که مقدار آن‌ها را در یک بسته محاسبه شده و سپس درصد آن گزارش شد.

درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته

این آزمون مطابق روش استاندارد ملی شماره 2018 انجام شد. بدین ترتیب کـه مقدار آن‌ها در یک بسته محاسبه شده و سپس درصد آن گزارش شد.

درصد وزنی رشته‌های شکسته

این آزمون مطابق روش استاندارد ملی شماره 2018 انجام شد. بدین ترتیب که مقدار آن‌ها را در یک بسته محاسبه کرده و سپس درصد آن گزارش شد.

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی توسط 10 ارزیاب بر اساس آزمون هدونیک 5 نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را بعد از پخت و سرد شدن پس از 5 دقیقه تست کردند. امتیازات بین 1 (بسیار ناخوشایند) و 5 (بسیار خوشایند) در نظر گرفته شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی بودند (Anonymous, 2003).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور بررسی ویژگی‌های کمی داده‌ها با توجه به وجود 7 تیمار و3 تکرار از آنالیز واریانس یک‌طرفه و همچنین جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری 5% به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن نتایج حاصله استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS version 16 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

فیزیکوشیمیایی

آرد مورد استفاده در انجام این تحقیق از نوع آرد نول بود که نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های شیمیایی آرد مورد استفاده در جدول 2 نشان داده شده است. با توجه به جدول 2 تمامی فاکتورهای مورد اندازه‌گیری آرد مصرفی در حد استاندارد ملی آرد ایران به شماره استاندارد 103 بوده است.

خصوصیات رئولوژیکی خمیر

متوسط حداکثر ارتفاع منحنی (p)

متوسط حداکثر ارتفاع منحنی، حداکثر فشار مورد نیاز برای تغییر شکل نمونه است و بر حسب میلی‌متر بیان می شود. معیار مقاومت به کشش سفتی[8] بوده و هرچقدر بیشتر باشد مقاومت خمیر بیشتر خواهد شد (قنبرزاده، 1387). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که متوسط حداکثر ارتفاع منحنی خمیر نمونه 6 (رشته آشی حاوی 1/0%

---

1 Load cell
2 Compression mode
3 Hardness
4 Adhesiveness
5 Cohesiveness
6 Gumminess
7 Chewiness

8 Tenacity

صمغ زدو+ 3/50% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین متوسط حداکثر ارتفاع منحنی خمیر متعلق به نمونه 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) بود ($P\leq0/05$). بنابراین تاثیر تیمار بر متوسط حداکثر ارتفاع منحنی خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار ($P\leq0/05$) بود.

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، میزان متوسط حداکثر ارتفاع منحنی (مقاومت در برابر تغییر شکل) در نمونه‌های آرد نول می‌تواند 120-70 میلی‌متر باشد که میزان بهینه آن 80 میلی‌متر بیان شده است. نتایج متوسط حداکثر ارتفاع منحنی برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 116 -107 بود که در حدود تعریف شده استاندارد قرار داشت. Tudorica و همکاران (2002) بیان نمودند که صمغ‌ها می‌توانند منجر به کاهش کشش‌پذیری خمیر و قوی‌تر شدن خمیر شوند. Callejo و همکاران (2009) گزارش کردند که اضافه کردن آرد چاودار به آرد گندم باعث کاهش فشار در آلوئوگراف می‌گردد که علت را کاهش محتوای گلوتنی آرد ترکیبی و کاهش الاستیسته خمیر دانستند.

جدول 2 ویژگی های شیمیایی آرد گندم مصرفی

آزمون / نمونه	رطوبت (%)	خاکستر (%)	گلوتن مرطوب (%)	pH
آرد نول	14/10±0/05	0/40±0/01	24/00±0/09	6/10±0/06
صمغ زدو	12/07±0/02	1/67±0/03	---	5/11±0/02

متوسط طول منحنی (L)

نتایج متوسط طول منحنی در هنگام پاره شدن است. هرچقدر L بیشتر باشد، نشان‌دهنده کشش‌پذیری بیشتر خمیر خواهد بود و بر حسب میلی‌متر بیان می‌شود (قنبرزاده، 1387). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که متوسط طول منحنی خمیر نمونه 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین متوسط طول منحنی خمیر متعلق به نمونه شاهد بود ($P\leq0/05$). بنابراین تاثیر تیمار بر متوسط طول منحنی خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود ($P\leq0/05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، میزان متوسط طول منحنی (طول کشیده شدن خمیر) در نمونه‌های آرد نول می‌تواند 100-75 میلی‌متر باشد که میزان بهینه آن 88 میلی‌متر بیان شده است. نتایج متوسط طول منحنی برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 76 -52 بود که در حدود تعریف شده استاندارد قرار داشت. Mepa و همکاران (2007) در بررسی ترکیب شیمیایی و خواص عملکردی آردهای مرکب از گندم و گیاهان بیان نمودند که علت کاهش طول منحنی در آلوئوگراف، افزایش مقدار کربوهیدرات‌ها و قندها می‌باشد.

شاخص تورم[1] (G)

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که شاخص تورم خمیر نمونه 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین شاخص تورم خمیر متعلق به نمونه شاهد بود ($P\leq0/05$). بنابراین تاثیر تیمار بر شاخص تورم خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود ($P\leq0/05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، شاخص تورم خمیر (کشش‌پذیری خمیر) در نمونه‌های آرد نول می‌تواند 25-20 باشد و میزان بهینه آن 21 بیان شده است. نتایج شاخص تورم خمیر برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 19/40 -16 بود که در حدود تعریف شده استاندارد قرار داشت. افشین پژوه و همکاران (1390) در بررسی تاثیر افزودن اینولین بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر ماکارونی بیان نمودند هرچه خمیر، شاخص تورم بالاتری داشته باشد زودتر دچار ترکیدگی می‌شود. بنابراین بین افزایش مقدار اینولین و افزایش ترکیدگی همبستگی وجود دارد.

سطح زیر منحنی (W)

متوسط سطح زیر منحنی انرژی تغییر شکل یا قدرت نانوایی نامیده می‌شود و مقدار کل کار وارد شده به خمیر را نشان می‌دهد (قنبرزاده، 1387). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که متوسط سطح زیر منحنی خمیر نمونه 5 (رشته آشی حاوی 0/80% صمغ زدو+ 3/70% نمک)، به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین پائین‌ترین متوسط سطح زیر منحنی خمیر متعلق به نمونه شاهد بود ($P\leq0/05$). بنابراین تاثیر تیمار بر متوسط سطح زیر منحنی خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود ($P\leq0/05$). نتایج متوسط سطح زیر منحنی برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 273/00 -221/00 قرار داشت که علت آن می‌تواند مربوط به افزایش غلظت هیدروکلوئیدها باشد که منجر به افزایش توسعه

1 Index of swelling

شبکه گلوتنی و افزایش ثبات و قوام خمیر می‌شود (Rodge *et al*., 2012).

در واقع، افزایش استحکام و مقاومت خمیر با افزودن هیدروکلوئیدها را می‌توان، در اثر افزایش تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل هیدروکلوئیدها با آب و آرد و در نتیجه تشکیل کمپلکس محکم هیدروکلوئید با گلوتن دانست (Del Nobile *et al*., 2005). نصیری و همکاران (1388) در بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر ویژگیهای ماکارونی بیان کردند با افزایش زمان تخمیر میزان سطح زیر منحنی یا انرژی کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه باید مراحل تخمیر را کوتاه نمود تا خمیر سریعتر وارد مرحله پروسس شود.

جدول 3- نتایج آلوئولب نمونه‌های خمیر رشته آشی حاوی غلظت‌های مختلف نمک و صمغ زدو

کد تیمار	p (mm)	L (mm)	G	W	p/L	Le (%)
1	107/00±1/00^{e}	52/00±0/50^{f}	16/00±0/10^{d}	221/00±1/00^{f}	2/06±0/12^{a}	54/40±0/50^{a}
2	112/00±0/45^{bc}	66/34±0/00^{c}	18/00±0/01^{c}	266/00±0/87^{b}	1/70±0/09^{bc}	52/50±0/80^{b}
3	103/00±0/50^{f}	76/00±0/15^{a}	19/40±0/15^{a}	258/00±0/90^{d}	1/36±0/06^{d}	49/40±0/15^{d}
4	110/00±1/00^{d}	62/00±0/60^{e}	17/50±0/10^{c}	251/00±1/00^{e}	1/77±0/09^{bc}	52/10±0/25^{b}
5	113/00±1/00^{b}	70/00±0/90^{b}	18/60±0/80^{b}	273/65±1/00^{a}	1/61±0/11^{c}	50/50±0/50^{c}
6	116/00±0/90^{a}	63/00±0/30^{d}	17/60±0/10^{c}	260/00±1/10^{c}	1/84±0/15^{b}	49/80±0/60^{cd}
7	111/00±0/25^{cd}	70/0±0/30^{b}	18/60±0/18^{b}	266/00±0/80^{b}	1/59±0/11^{c}	50/40±0/85^{cd}

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت اختلاف معنی‌دار در ستون هستند (P<0/05).

نتایج نسبت پیکربندی[1] (p/L)

نسبت پیکربندی، نسبت مقاومت به کشش/ ضریب ایندکس گفته می‌شود (قنبرزاده، 1387). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که نسبت پیکربندی خمیر نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود (P≤0/05). همچنین پائین‌ترین نسبت پیکربندی خمیر متعلق به نمونه 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) بود (P≤0/05). بنابراین تاثیر تیمار بر واریانس نسبت پیکربندی خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، نسبت پیکربندی (نسبت مقاومت به کشش/ ضریب ایندکس) در نمونه‌های آرد نول می‌تواند 1/28- 0/92 باشد و میزان بهینه آن 0/92 بیان شده است. نتایج نسبت پیکربندی برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 2/06- 1/36% قرار داشت که در حدود تعریف شده استاندارد می‌باشد. راستی و همکاران (1390) در بررسی تاثیر بتاگلوکان جو بر برخی خواص رئولوژیکی آرد گندم بیان نمودند با افزایش میزان بتاگلوکان مقاومت خمیر نسبت به کشش افزایش می‌یابد که ناشی از قوی بودن شبکه گلوتنی خمیر و افزایش استحکام آن است.

اندیس الاستیسیته[2] (le)

اندیس الاستیسیته که به آن اندیس کشش‌پذیری نیز گفته می‌شود، نسبت فشار در 4 cm از ابتدای منحنی (p_{200}) به فشار حداکثر (p) است و به‌صورت درصد بیان می‌شود (قنبرزاده، 1387). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که اندیس الاستیسیته نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین پائین‌ترین اندیس الاستیسیته متعلق به نمونه 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) بود (P≤0/05). بنابراین تاثیر تیمار بر واریانس اندیس الاستیسیته خمیر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، اندیس الاستیسیته (الاستیسیته خمیر) در نمونه‌های آرد نول می‌تواند 55 -45% باشد و میزان بهینه آن50% بیان شده است. نتایج اندیس الاستیسیته برای تمامی نمونه‌ها در محدوده 49/40 -54/40% قرار داشت. که در حدود تعریف شده استاندارد می‌باشد. مرادی و ناصحی (1396) در تأثیر فیبر باگاس نیشکر بر ویژگیهای خمیر و نان بربری گزارش کردند که کشش‌پذیری خمیر با افزودن سطوح مختلف فیبر باگاس نیشکر و صمغ زانتان در زمان‌های تخمیر کاهش پیدا می‌کند.

علت کاهش کشش‌پذیری از یک طرف به دلیل جایگزینی پروتئین با فیبر و عدم تشکیل شبکهٔ گلوتنی است و از طرف دیگر

1 Configuration Ratio

2 Elasticity Index

حضور زانتان بر افزایش استحکام شبکه گلوتن مؤثر است (Rosell *et al.*, 2006).

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی

رطوبت

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان رطوبت نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین پائین‌ترین میزان رطوبت متعلق به نمونه شاهد (رشته آشی فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک) بود (P≤0/05). بنابراین تاثیر تیمار بر رطوبت نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). در تحقیق حاضر نیز می‌توان بیان نمود که با افزایش درصد صمغ، میزان رطوبت نمونه به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است و علت این امر را می‌توان به گروه‌های هیدروکسیلی موجود در صمغ زدو نسبت داد که با ایجاد پیوندهای هیدرژونی منجر به افزایش رطوبت گشته است. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، میزان رطوبت رشته آشی حداکثر می‌تواند 12% باشد که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت. Rosell و همکاران (2001) از هیدرکلوئیدهای (سدیم آلژینات، زانتان، کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز) در فرمولاسیون آرد مصرفی برای تهیه نان استفاده نمودند و گزارش کردند که تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار صمغ‌ها، با ایجاد پیوندهای هیدروژنی، جذب آب و میزان رطوبت را افزایش می‌دهند. مهرعلیها و همکاران (1396) در بررسی اثر افزودن صمغ‌های گوار و زانتان (به میزان 0/5 و 1%) در کاهش میزان نمک (به میزان 2 و 3%) در مقایسه با نمونه شاهد (5% نمک) در رشته آشی، بیان نمودند که با افزایش غلظت صمغ‌ها و کاهش نمک میزان رطوبت فرآورده نهایی افزایش یافت. Hui ling و همکاران (2018) از هیدروکلوئیدهای (زانتان، کاراگینان، صمغ عربی، صمغ لوبیای لوکاست) در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2% در فرمولاسیون ماکارونی بدون نمک، استفاده نمودند و گزارش کردند که استفاده از صمغ‌های مذکور منجر به افزایش جذب آب خمیر شدند.

خاکستر

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان خاکستر نمونه‌های 1 (رشته آشی حاوی فاقد صمغ زدو+ 4/50% نمک) و2 (رشته آشی (حاوی 0/20% صمغ زدو+4/30% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین پائین‌ترین میزان خاکستر متعلق به نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) بود (P≤0/05). بنابراین تاثیر تیمار بر خاکستر نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که با کاهش درصد نمک، میزان خاکستر نمونه‌ها کاهش یافت زیرا یک ماده معدنی است و سبب افزایش خاکستر نمونه شاهد در مقایسه با سایر نمونه‌ها می‌شود (Luchian and canja, 2010). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، میزان خاکستر کل رشته آشی حداکثر می‌تواند 6% باشد که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت. محققان میزان خاکستر صمغ زدو سفید رنگ را 1/67% گزارش نموده‌اند (فدوی و همکاران، 1391). مهرعلیها و همکاران (1396) در بررسی اثر افزودن صمغ‌های گوار و زانتان (به میزان 0/5 و 1 %) در کاهش میزان نمک (به میزان 2 و 3%) در مقایسه با نمونه شاهد (5% نمک) در رشته آشی، بیان نمودند که با افزایش غلظت صمغ‌ها و کاهش نمک، میزان خاکستر فرآورده نهایی کاهش یافت.

نمک

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان نمک نمونه شاهد (رشته آشی فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک) به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود (P≤0/05). همچنین پائین‌ترین میزان نمک متعلق به نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) بود که دستیابی به چنین نتیجه‌ای دور از ذهن نبود. در فرمولاسیون نمونه 7، مقادیر کمتری نمک مورد استفاده قرار گرفته بود. بنابراین تاثیر تیمار بر نمک نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). به عبارتی با کاهش درصد نمک و افزایش صمغ زدو، میزان نمک نمونه‌ها کاهش یافت. این می‌تواند به دلیل کاهش نمک در فرمولاسیون تهیه رشته آشی باشد. در فرمولاسیون نمونه 7، مقادیر کمتری نمک مورد استفاده قرار گرفته بود. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، میزان نمک رشته آشی حداکثر می‌تواند 4/5% باشد که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت.

رنگ‌سنجی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در مولفه‌های رنگی a^*، b^* و L^* تیمارها وجود نداشت که شاید بتوان علت این امر را به رنگ زدو مورد استفاده نسبت داد که به رنگ رشته تولیدی نزدیک بوده است (P≤0/05). شکری و همکاران (1395) در بررسی اثر صمغ هیدروکسیل پروپیل متیل‌سلولز و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر خصوصیات فارینوگرافی و کیفی ماکارونی بدون گلوتن بیان نمودند افزودن دو صمغ مذکور تاثیر معناداری بر رنگ ماکارونی ندارد. آنها علت عدم تغییر رنگ در اثر افزودن هیدروکسیل

پروپیل متیل سلولز را به بی‌رنگ بودن این ماده و مقادیر کم مصرف آن در فرمولاسیون ماکارونی نسبت دادند.

جدول 4- نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی و رنگ‌سنجی رشته آشی حاوی غلظت‌های مختلف نمک و صمغ زدو

تیمار	آزمون‌های فیزیکوشیمیایی			آزمون‌های رنگ سنجی		
	رطوبت (%)	خاکستر (%)	نمک (%)	L*	a*	b*
1	10/63±0/01[c]	6/23±0/08[a]	4/47±0/01[a]	91/65±5/54 [ab]	-5/82±1/76 [a]	21/22±01/69 [a]
2	10/70±0/01[a]	6/13±0/02[a]	3/81±0/00[b]	92/15±2/93 [ab]	-5/82±1/74 [a]	21/72±1/83 [a]
3	10/81±0/00[a]	5/95±0/05[b]	3/71±0/00[b]	88/70±2/08 [b]	-5/67±1/82 [a]	22/97±2/02 [a]
4	10/85±0/01[a]	5/95±0/08[b]	3/65±0/00[b]	90/97±2/50 [ab]	-5/84±1/09 [a]	22/02±2/09 [a]
5	10/90±0/00[b]	4/73±0/14[c]	3/12±0/00[c]	90/94±2/40 [ab]	-5/83±1/97 [a]	22/00±0/10 [a]
6	10/93±0/00[b]	3/96±0/00[d]	2/92±0/00[d]	90/43±2/35 [ab]	-5/52±1/63 [a]	22/34±4/30 [a]
7	11/00±0/02[b]	3/12±0/02[e]	2/39±0/02[e]	92/93±3/21 [a]	-5/75±1/70 [a]	21/43±2/10 [a]

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت اختلاف معنی‌دار در ستون هستند ($P<0/05$)

بافت‌سنجی

سختی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بالاترین میزان سختی متعلق به نمونه شاهد رشته آشی (فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک،) و پایین‌ترین میزان سختی متعلق به نمونه 7 رشته آشی (حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) بود ($P≤0/05$) و با افزایش مقادیر مختلف صمغ زدو، سختی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P≤0/05$). بنابراین تاثیر تیمار بر سختی نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود ($P≤0/05$). شاخص سختی به صفات نرمی یا سفتی رشته مربوط است که حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در اولین فشار است و حداکثر نیروی اعمال شده طی گاز زدن رشته را نشان می‌دهد. از لحاظ حسی، سختی حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان‌های آسیاب تا حصول تغییر شکل معین است (قنبرزاده، 1387).

علت اصلی سفت شدن بافت با کاهش نمک و افزودن صمغ زدو مربوط به پدیده برگشت نشاسته و تبدیل حالت بی‌شکل نشاسته به حالت بلوری آن با تشکیل پیوندهای هیدروژنه بین مولکول‌های آمیلوز و آمیلوپکتین است (Rosell *et al*., 2001 ; Gomez *et al*., 2007). Manohar و Rao گزارش کردند تغییر در محتوای آب حتی به میزان 1% سبب ایجاد تغییرات قابل توجه در خصوصیات رئولوژیکی می‌گردد. با افزایش میزان آب چسبناکی خمیر بیشتر شده و محصول به‌دست آمده سفت‌تر می‌شود، که بیانگر افزایش در دانسیته، نیروی شکستن و فشردگی می‌باشد. وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ و فعالیت متقابل این گروه‌ها با آب، از طریق پیوند هیدروژنی سبب افزایش جذب آب می‌شود؛ صمغ به علت محبوس کردن آب در ساختار خود خواص جریانی مشابه چربی را ایجاد می‌کند و در نتیجه سبب نرمی بافت می‌گردد. از سوی دیگر صمغ این توانایی را دارد که با رشته‌های آمیلوز پیوند برقرار کرده و مانع از اتصال رشته‌های آمیلوزی به یکدیگر شود. Ashwini و همکاران (2009) اینطور بیان کردند که هیدروکلوئیدها سبب افزایش ظرفیت اتصال به آب در محیط آبی نشاسته می‌گردند. محمدی گرفمی و همکاران (1394) در بررسی تاثیر به‌کارگیری صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک، اذعان نمودند که مقادیر بالاتر صمغ‌ها منجر به چسبندگی کیک نهایی گشت. همچنین صمغ زدو در مقادیر بالا (1%) موجب افزایش معنی‌دار میزان رطوبت شد.

Choy و همکاران (2012) در بررسی تاثیر نشاسته استیله شده سیب زمینی و سدیم کربوکسی متیل‌سلولز بر ویژگی‌های کیفی رشته‌های سرخ شده فوری بیان نمودند که افزودن هر دو مورد مذکور منجر به افزایش سفتی محصول نهایی گشته است. همچنین داده‌های به‌دست آمده از میکروسکوپ الکترونی نشان داد که شبکه پیوسته‌ای در بافت بوجود آمده است. Kaur و همکاران (2015) در بررسی تاثیر صمغ‌های گوار و زانتان بر ویژگی‌های کیفی پاستا اذعان نمودند که افزودن هر دو نوع صمغ، منجر به کاهش سفتی نمونه‌ها شده است. که علت این امر به تاخیر در تورم گرانول‌ها و همچنین تعامل و ارتباط کمتر آنها در حضور صمغ‌ها نسبت داده شد.

چسبندگی

نتایج نشان داد با افزایش میزان صمغ و کاهش میزان نمک در تیمارهای مورد آزمون چسبندگی روند افزایشی نشان داد به‌طوری‌که بالاترین میزان چسبندگی متعلق به نمونه 6 رشته آشی (حاوی 1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک) و نمونه 7 رشته آشی (حاوی 1/20% صمغ

زدو+ 3/30% نمک) بود. بنابراین تاثیر تیمار بر چسبندگی نمونه‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ زدو معنی‌دار بود (P≤0/05). Choy و همکاران (2012) در بررسی تاثیر نشاسته استیله شده سیب‌زمینی و سدیم کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های کیفی رشته‌های سرخ شده فوری بیان نمودند که افزودن هر دو مورد مذکور منجر به کاهش چسبندگی محصول نهایی گشته است. Kaur و همکاران (2015) در بررسی تاثیر صمغ‌های گوار و زانتان بر ویژگی‌های کیفی پاستا اذعان نمودند که افزودن هر دو نوع صمغ، منجر به افزایش چسبندگی نمونه‌ها شده است. که علت این امر به تاخیر در تورم گرانول‌ها و همچنین تعامل و ارتباط کمتر آنها در حضور صمغ‌ها نسبت داده شد. همچنین نشت آمیلوز به‌واسطه تشکیل کمپلکس منجر به افزایش چسبندگی نمونه‌های ماکارونی شده است.

جدول 5- نتایج آنالیز پروفیل بافت رشته آشی حاوی غلظت‌های مختلف نمک و صمغ زدو

تیمار	سختی (N)	چسبندگی (mJ)	پیوستگی	الاستیسیته (mm)	صمغیت (N)	قابلیت جویدن (mJ)
1	0/48±0/12[a]	0/10±0/02[b]	0/45±0/01[a]	4/82±0/01[a]	0/21±0/01[a]	1/03±0/01[a]
2	0/44±0/01[b]	0/05±0/01[b]	0/45±0/01[a]	4/09±0/01[ab]	0/22±0/00[a]	0/85±0/00[ab]
3	0/40±0/01[c]	0/05±0/01[b]	0/45±0/00[a]	4/09±0/01[ab]	0/22±0/00[a]	0/80±0/00[ab]
4	0/35±0/06[d]	0/06±0/01[b]	0/45±0/01[a]	4/53±0/01[a]	0/19±0/00[ab]	0/55±0/00[b]
5	0/32±0/06[e]	0/06±0/01[b]	0/41±0/00[a]	4/53±0/01[a]	0/19±0/00[ab]	0/55±0/00[b]
6	0/28±0/02[f]	0/15±0/01[a]	0/46±0/00[a]	4/53±0/01[a]	0/18±0/00[ab]	0/50±0/00[b]
7	0/25±0/05[g]	0/15±0/01[a]	0/44±0/02[a]	3/27±0/02[b]	0/11±0/02[b]	0/45±0/02[b]

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است.
حروف کوچک متفاوت اختلاف معنی دار در ستون هستند (P<0/05)

پیوستگی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش نمک و استفاده از صمغ‌ها اثر معنی‌داری روی تغییرات پیوستگی تیمارهای کم نمک در مقایسه با نمونه شاهد ندارد بنابراین اختلاف آماری معنی‌داری در پیوستگی تیمارها مشاهده نشد (p>0/05). پیوستگی میزان فروپاشیده شدن ماده غذایی را تحت یک عمل مکانیکی نشان می‌دهد. مقدار نیروی شکست بستگی به سختی و پیوستگی بافت دارد. بافت‌های ترد پیوستگی کمی داشته و چسبنده نیز نیستند. کاهش در نیروی شکنندگی نشان می‌دهد که نیروی کمتری جهت شکستن رشته مورد نیاز است (قنبرزاده، 1387). تحقیقات نشان داده‌اند که هیدروکلوئیدها می‌توانند با پروتئین گلوتن که نقش اساسی بر ساختار و استحکام محصول دارد برهمکنش‌هایی انجام دهند. بسته به نوع و غلظت هیدروکلوئید مورد نظر نوع تاثیر حاصل از نظر تضعیف یا تقویت‌کنندگی شبکه گلوتن متفاوت می‌باشد. Choy و همکاران (2012) در بررسی تاثیر نشاسته استیله شده سیب‌زمینی و سدیم کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های کیفی رشته‌های سرخ شده فوری بیان نمودند افزودن صمغ کربوکسی متیل‌سلولز منجر به ضعیف شدن بافت رشته‌ها و کاهش پیوستگی بافت رشته‌ها گشت. Kaur و همکاران (2015) در بررسی صمغ گوار و زانتان بر ویژگی‌های رشته فرنگی‌های تولید شده با نشاسته سیب‌زمینی، ذرت و ماش اذعان نمودند که افزودن هر دو نوع هیدروکلوئید منجر به بهبود ویسکوزیته نشاسته‌ها گشتند. نشاسته ماش دارای ویژگی‌های کیفی مطلوب و افت پخت پایین‌تر بود. به‌طور کلی افزودن صمغ‌ها منجر به افزایش زمان پخت، کاهش افت پخت و از طرفی سفتی و پیوستگی رشته‌ها شدند.

الاستیسیته (قابلیت ارتجاع)

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش نمک و استفاده از صمغ‌ها اثر معنی‌داری روی تغییرات الاستیسیته تیمارهای کم نمک در مقایسه با نمونه شاهد ندارد بنابراین اختلاف آماری معنی‌داری (p>0/05) در الاستیسیته تیمارها مشاهده نشد. علت این امر را می‌توان به مقادیر به‌کار برده شده صمغ زدو نسبت داد که نتوانسته الاستیسیته (قابلیت ارتجاع) به صفات پلاستیک و الاستیک بودن جسم مربوط می‌شود. خاصیت ارتجاعی (برگشت پس از فشردن)، طول سیکل فشاری در طی گاز زدن دوم را نشان می‌دهد به عبارت دیگر مقدار ارتفاعی است که در مدت زمان بین انتهای اولین گاز زدن و دومین گاز زدن بازیابی می‌شود. از دیدگاه حسی نیز مقدار برگشت ماده تغییر شکل‌یافته به شرایط اولیه (بدون تغییر شکل) پس از حذف نیرو جویدن را الاستیسیته گویند (قنبرزاده، 1387). Hui ling و همکاران (2018) در بررسی تاثیر هیدروکلوئیدها (زانتان، کاراگینان، صمغ عربی، صمغ لوبیای لوکاست) در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2% در بهبود بافت ماکارونی بدون نمک، بیان نمودند که با افزودن صمغ‌های مذکور، اختلاف آماری معنی‌داری در الاستیسیته (قابلیت ارتجاع) نمونه‌ها مشاهده نشده است. Gomez و Sciarini (2015) بر روی

کیک تهیه شده از آرد گندم و نخودچی انجام دادند افزودن آرد نخودچی باعث کاهش الاستیسیته نمونه‌ها کاهش یافت. محققان دیگری نیز افزودن زانتان را سبب بهبود قابلیت ارتجاعی کیک بدون گلوتن دانستند.

صمغیت

صمغیت، انرژی مورد نیاز برای خرد کردن در دهان و آماده بودن برای بلع است را نشان می‌دهد (Majzoobi *et al*., 2014). صمغیت از ضرب سفتی در پیوستگی محاسبه می‌گردد (امیرآبادی و همکاران، 1393). نتایج تحقیق حاضر نشان داد کاهش نمک و استفاده از صمغ‌ها اثر معنی‌داری روی تغییرات صمغیت تیمارهای کم نمک در مقایسه با نمونه شاهد نداشت بنابراین اختلاف آماری معنی‌داری بین نتایج صمغیت تیمارها مشاهده نشد ($p>0/05$).

قابلیت جویدن

نتایج تحقیق حاضر نشان داد کاهش نمک و استفاده از صمغ‌ها اثر معنی‌داری روی تغییرات قابلیت جویدن تیمارهای کم نمک در مقایسه با نمونه شاهد نداشتند بنابراین اختلاف آماری معنی‌داری درقابلیت جویدن تیمارها مشاهده نشد ($p>0/05$).

آزمون کیفی و حسی نمونه‌های رشته آشی

درصد وزنی رشته‌های ناهمگون

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که درصد وزنی رشته‌های ناهمگون نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین درصد وزنی رشته‌های ناهمگون در تیمارهای 2 (رشته آشی حاوی 0/20% صمغ زدو+ 4/30% نمک)، 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) و 4 (رشته آشی حاوی 0/60% صمغ زدو+ 3/90% نمک) ملاحظه شد ($P\leq0/05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، درصد وزنی رشته‌های ناهمگون رشته آشی حداکثر می‌تواند 1% باشد. که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت. Hui ling و همکاران (2018) در بررسی تاثیر هیدروکلوئیدها (زانتان، کاراگینان، صمغ عربی، صمغ لوبیای لوکاست) در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2% در بهبود بافت ماکارونی بدون نمک، بیان نمودند که صمغ‌های مذکور منجر به کاهش درصد وزنی رشته‌های ناهمگون شده‌اند.

درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته در تیمار4 (رشته آشی حاوی 0/60% صمغ زدو+ 3/90% نمک) ملاحظه شد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته رشته آشی حداکثر می‌تواند 10% باشد. که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت. Hui ling و همکاران (2018) در بررسی تاثیر هیدروکلوئیدها (زانتان، کاراگینان، صمغ عربی، صمغ لوبیای لوکاست) در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2% در بهبود بافت ماکارونی بدون نمک، بیان نمودند که صمغ‌های مذکور منجر به کاهش درصد وزنی رشته‌های نیمه شکسته شده‌اند.

درصد وزنی رشته‌های شکسته

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که درصد وزنی رشته‌های شکسته نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P\leq0/05$). همچنین پائین‌ترین درصد وزنی رشته‌های شکسته در تیمارهای 3 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) و4 (رشته آشی حاوی 0/60% صمغ زدو+ 3/90% نمک) ملاحظه شد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2018، در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رشته آشی و پلویی، درصد وزنی رشته‌های شکسته رشته آشی حداکثر می‌تواند 10% باشد. که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، در محدوده استاندارد قرار داشت. Chillo و همکاران (2008) آرد چاودار را در ترکیب با سبوس گندم دوروم به اسپاگتی افزودند. نتایج نشان دادند که حساسیت به شکنندگی با افزایش سبوس از 15 به 20%، کاهش یافت.

ارزیابی حسی نمونه‌های رشته آشی

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که امتیاز بوی تیمارهای 2(رشته آشی (حاوی 0/20% صمغ زدو+ 4/30% نمک)، 3 (رشته آشی (حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) و 4 (رشته آشی حاوی 0/40% صمغ زدو+4/10% نمک) به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین سایر تیمارها ملاحظه نشد ($P>0/05$). نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز طعم تیمارها وجود نداشت. نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که امتیاز رنگ نمونه‌های 6 (رشته آشی حاوی 1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک) و7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به‌طور معنی‌داری پائین‌تر از تیمارهای دیگر بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین دیگر تیمارها ملاحظه نشد ($P>0/05$). به عبارتی با افزایش میزان صمغ و کاهش میزان نمک در تیمارهای مورد آزمون امتیاز رنگ روند کاهشی داشت. نتایج مقایسه

میانگین نمونه‌ها نشان داد که با افزایش درصد صمغ زدو، امتیاز بافت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوریکه پائین‌ترین امتیاز بافت متعلق به تیمارهای 6 (رشته آشی حاوی 1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک) و7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای مذکور ملاحظه نشد (p>0/05). به عبارتی با افزایش میزان صمغ و کاهش میزان نمک در تیمارهای مورد آزمون امتیاز بافت روند کاهشی داشت. همچنین بالاترین امتیاز بافت در نمونه شاهد و نمونه 1 (رشته آشی فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک، شاهد) ملاحظه شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای مذکور ملاحظه نشد. محمدی و همکاران (1389) در بررسی تاثیر صمغ فارسی (0/5، 1و 3%) بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان تافتون بیان نمودند که نمونه حاوی 3% صمغ فارسی از لحاظ قابلیت جویدن و نرمی بافت امتیاز بیشتری را نسبت به نمونه شاهد کسب کرد. Rafiq و همکاران (2016) در بررسی تاثیر صمغ زانتان و گوار (1، 2و 3%) بر ویژگی‌های رشته فرنگی تولید شده با آرد بلوط، نتایج نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها منجر به بهبود بافت گشته است.

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که با افزایش درصد صمغ زدو، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤0/05). به‌طوریکه پائین‌ترین امتیاز بافت متعلق به تیمارهای 6 (رشته آشی حاوی 1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک) و7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای مذکور ملاحظه نشد (p>0/05). به عبارتی با افزایش میزان صمغ و کاهش میزان نمک در تیمارهای مورد آزمون امتیاز پذیرش روند کاهشی داشت. همچنین بالاترین امتیاز پذیرش کلی در نمونه شاهد و نمونه 1 (رشته آشی فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک، شاهد) ملاحظه شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای مذکور ملاحظه نشد (p>0/05). مهرعلیها و همکاران (1396) در بررسی اثر افزودن صمغ‌های گوار و زانتان (به میزان 0/5 و 1%) در کاهش میزان نمک (به میزان 2 و 3%) در مقایسه با نمونه شاهد (5% نمک) در رشته آشی، بیان نمودند که تیمار با زانتان 1 و 2% نمک مصرفی بهترین تیمار از لحاظ خواص حسی بوده است که علت این امر را شاید بتوان به تفاوت در صمغ‌های مصرفی نسبت داد. Rafiq و همکاران (2016) در بررسی تاثیر صمغ زانتان و گوار (1، 2و 3%) بر ویژگی‌های رشته فرنگی تولید شده با آرد بلوط، نتایج نشان داد که افزودن 3% صمغ مورد پذیرش ارزیابان حسی بوده است.

جدول 6- نتایج آزمون کیفی و حسی رشته آشی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ زدو

تیمار	درصد وزنی رشته			آزمون حسی				
	شکسته	ناهمگون	نیمه شکسته	طعم	بو	رنگ	بافت	پذیرش کلی
1	1/50±0/04 ^{d}	0/60±0/04 ^{c*}	4/50±0/04 ^{c}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}
2	1/25±0/03 ^{e}	0/50±0/03 ^{d}	4/00±0/03 ^{d}	4/66±0/41^{a}	4/33±0/01^{b}	4/66±0/01^{a}	4/66±0/11^{b}	4/66±0/11^{a}
3	1/11±0/12 ^{f}	0/40±0/08 ^{d}	3/75±0/08 ^{e}	5/00±0/00^{a}	4/00±0/00^{b}	5/00±0/00^{b}	4/60±0/15^{c}	4/00±0/25^{ab}
4	0/95±0/00 ^{f}	0/30±0/00 ^{d}	3/50±0/00 ^{f}	5/00±0/00^{a}	4/00±0/01^{b}	5/00±0/00^{b}	4/59±0/11^{d}	4/00±0/11^{ab}
5	2/00±0/00 ^{c}	0/60±0/00 ^{b}	5/94±0/00 ^{b}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	3/50±0/15^{e}	3/00±0/10^{c}
6	2/00±0/35 ^{b}	0/70±0/04 ^{b}	5/43±0/02 ^{b}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	4/00±0/350^{b}	3/00±0/10^{f}	2/00±0/25^{d}
7	3/00±3/21 ^{a}	0/90±0/01 ^{a}	5/50±0/01 ^{a}	5/00±0/00^{a}	5/00±0/00^{a}	4/00±0/20^{b}	2/00±0/20^{g}	1/00±0/30^{e}

نتایج به صورت میانگین ±انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک متفاوت اختلاف معنی‌دار در ستون هستند (P<0/05)

نتیجه‌گیری

مصرف زیاد نمک در رشته آشی منجر به ابتلا و پیشرفت بیماری پرفشاری خون می گردد و از طرفی کاهش نمک منجر به ایجاد مشکلاتی نظیر سست شدن و ریزش رشته آشی در هنگام خشک کردن و یا در هنگام جوش، منجر به وا رفتن رشته می‌گردد. در تحقیق حاضر با کاهش نمک در فرمولاسیون رشته آشی، از غلظت‌های 0/2، 0/4، 0/6، 0/8، 1و 1/2% صمغ زدو جهت بهبود بافت و جلوگیری از ریزش محصول هنگام خشک کردن استفاده شد. نتایج آزمون‌های رئولوژیکی خمیر با دستگاه آلوئولب نشان داد که افزودن صمغ زدو منجر به افزایش اندیس پیکربندی و اندیس الاستیسیته خمیر در مقایسه با نمونه شاهد شد. نتایج آزمون‌های فیزیکوشمیایی نشان داد که بالاترین میزان رطوبت و پائین‌ترین میزان نمک متعلق به نمونه رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک و پائین‌ترین میزان رطوبت و بالاترین میزان نمک

متعلق به نمونه شاهد (رشته آشی فاقد صمغ زدو+ 4/5% نمک) بود. پائین‌ترین میزان خاکستر در نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) مشاهده شد. همچنین با افزایش مقدار صمغ زدو، درصد وزنی رشته‌های ناهمگون، رشته‌های شکسته و نیمه شکسته افزایش یافت و بالاترین میزان آن در نمونه 7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) مشاهده شد. نتایج آزمون بافت‌سنجی توسط دستگاه آنالیز پروفایل بافت نشان داد که با افزایش صمغ زدو، میزان سختی نمونه‌ها افزایش یافت و اختلاف آماری معنی‌داری در چسبندگی، پیوستگی، الاستیسیته، صمغیت، قابلیت جویدن کلیه تیمارها با نمونه شاهد وجود نداشت. نتایج آزمون رنگ سنجی با دستگاه هانترلب نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در مولفه‌های رنگی a^*، b^* و L^* کلیه تیمارها با نمونه شاهد وجود نداشت. نتایج آزمون حسی نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز طعم کلیه تیمارها وجود نداشت. امتیاز رنگ نمونه‌های 6 (رشته آشی حاوی 1/0% صمغ زدو+ 3/50% نمک) و7 (رشته آشی حاوی 1/20% صمغ زدو+ 3/30% نمک) به‌طور معنی‌داری پائین‌تر از تیمارهای دیگر بود و اختلاف آماری معنی‌داری بین دیگر تیمارها ملاحظه نشد. با افزایش درصد صمغ زدو، امتیاز بافت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نمونه 4 (رشته آشی حاوی 0/60% صمغ زدو+ 3/90% نمک) به دلیل نزدیک‌تر بودن ویژگی‌های کیفی به نمونه شاهد، به‌عنوان تیمار برتر معرفی شد.

منابع

Abasi, S. and Rahimi, S. (2008). Introducing a kind of native plant gum zedo. *Monthly Journal of Flour and Food Industry*, 4(13), 46-51.

Afshin Pajoh, R., Saediasl, M.R., Abdolahzadeh, A., Enayati, A., Amini, M. and Yaghobi, A. (2011). The effect of inulin on the rheological properties of pasta dough. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 4(3), 27-16.

Amirabadi, S., kochaki, A. and Mohebi, M. (2014). Effect of Xanthan and Ghodumeh gum on the quality of life of Shifan cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 7(80), 375-386.

Anonymous. (2003).World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva, WorldHealth Organization, (*WHO) Technical Report Series*, 22(1), 112-131.

Anonymous. (2003), AACC, Approved Methods of Analysis of American Association of Cereal Chemist, *American of Cereal Chemistry.*

Appel, L.J., Moore, T.J., Obarzanek. E., Vollmer, W.M., Svetkey, L.P., Sacks, F.M., Bray, G.A., Vogt, T.M., Cutler, J.A., Windhauser, M.M., Lin, P.H. and Karanja, N. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *New England Journal of Medicine*, 336(16), 1117- 11124.

Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloid*, 23(3), 700-7.

Callejo, M., Bujeda, C., Rodriguez, G. and Chaya, C. (2009). Alveoconsistograph evaluation of rheological properties of rye doughs. *Spanish journal of Agricultural Research*, 7(3), 638-644.

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Protopapa, A. and Del Nobile, M.A. (2008). Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*, 47, 144-52.

Choy, A.L., Bee, K., Darryl, M. and Small, M. (2012). The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. *Food Hydrocolloids*, 26(1), 2-8.

Del Nobile, M.A., Baiano, A., Conte, A. and Mocci, G. (2005). Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal Cereal Science*, 41(2), 347-356.

Fadavi, Gh., Mohamadi Far, M.A., Zar Garan, A. and Azad nia., E. (2012). The study of composition, molecular weight and rheological caracteristics of Zedo gum exudates from Amygdalus scoparia. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(5), 35-41.

FAO (Food and Agriculture Organisation). (2002). World Agriculture, Towards 2015/2030. Summary Report. FAO, Rome.

Ghanbarzadeh, B. (2008). Fundamentals of Rheology of Materials and Food Biopolymers. Tehran University Press, 180-182.

Ghasemi, A., Khinor, N. and Zare, M. (2014). A Review of Salt Reduction in Food Products, Second National Conference on Optimizing the Production, Distribution and Consumption Chains in the Food Industry. Department of Science and Technology Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari.

Gómez, M. and Sciarini, L.S. (2015). Gluten Free Bakery Products and Pasta. In Arranz E, Fernández-Bañares.

Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell C.M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloid*, 21(2), 167-73.

Hui Ling, T., Thuan Chew, C., Azhar, M. (2018). The use of selected hydrocolloids to enhance cooking quality and hardness of zero-salt noodles. *Journal of Food Science and Technology*.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2015). Aash Branch and Rice Branch, Specifications and test methods, 2018.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran (2015). Biscuit, Specifications and test methods, 37.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2010). Cereal and cereal products, Determination of moisture content ñ Reference method, 2705.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2007). Gum Zedo, 442.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2015). Puffed products based on cereal grit and flour, Specifications and test methods, 2880.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2011). Wheat flour, Specifications and test methods, 103.

Kaur1, A., Shevkani1, Kh., Singh, N., Sharma, P. and Kaur, S. (2015). Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (12), 8113–8121.

Khorami, B. (2006). Zedo - Farsi Gum. Dam, Kesht and Sanat, 7(80), 23-29.

Kohajdová, Z. and Karovičová, J. (2009). Application of Hydrocolloids as Baking Improvers. Review Chemical Papers, 63(1), 26–38.

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G. (2007). Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food Engineering*, 79(1), 1033-1047.

Luchian, M.I. and Canja, C.M. (2010). Effect of salt on gas production in bread dough. *Agricultural Food Engineering*, 3 (52), 167-170.

Manohar, R.S. and Rao, P.H. (1999). Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *European Food Research and Technology*, 209(3-4), 281-5.

Majzoobi, M., Ghiasi, F., Habibi, M., Hedayati, S. and Farahnaky, A. (2014). Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1164-1170.

Mehraliha, M., Sohrabvandi, S. and Nateghi, L. (2017). Effect of Xanthan and guar gums addition on decreasing the amount of salt in Ashi noodle. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 68(14), 25-17.

Mepa Horsafall, D., Lucy, E. and Nwaojigwa, S.U. (2007). Chemical Composition funtional and baking properties of wheat plantain composite flours. *African Journal of food agriculture nutrition development*, 7(1).

Mohamadi, R., Sahari, M. and Hamidi, Z. (2010). The effect of Persian gum on rheological properties of dough and quality of Taftoon bread. National Conference on Medicinal Plants, Rice and Citrus Research Center, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Mohamadi Garfami, F., Eshaghi, M. and Nateghi, L. (2015). The Effect of ZdO and Carboxy Methyl Cellulose Gum on Some Physicochemical Characteristics of Sponge Cake. First scientific conference of Iranian food science and industry.

Moradi, F. and Nasehi, B. (2017). Investigation the Properties of Dough and Barbari Bread Enriched with Sugarcane Bagasse. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 3(6), 244-235.

Naseri, A. R., Taslimi, A., Seyedin, S. M., Haratiyan, P. and Abadi, A. R. (2009). Study of the effect of soy protein isolate on macaroni characteristics. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 2(6), 11-1.

Pooresmail, N., Afshin Pajoh, R., Heydarian, S. and Amini, M. (2011). The effect of adding salt on the rheological properties of dough and the final quality pasta. *Twentieth National Congress of Food Science and Technology*, 1-10.

Rafiq, S.I., Rafiq, S.M. and Saxena D.C. (2016). EFFECT of hydrocolloids on the quality evaluation of flour based noodles from Horse Chestnut. MATEC Web of Conferences, 57, 04005.

Rasti, S., Azizi, M.H. and Abbasi, S. (2011). Effects of barley β-glucan on some rheological properties of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 4(6), 58-51.

Rodge, A.B., Sonkamble, S.M., Salve, R.V. and Hashmi, S.I. (2012). Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. *Journal of Food Process Technology*, 3(2), 1-7.

Rosell, C.M., Rojas, J.A. and Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids, 15, 75-81.

Rocell, C.M., Santos, E. and Coollar, C. (2006). Mixingproperties of fiber enriched wheat bread doughs. *European food research technology*, 223(3), 333-340.

Shokri, F., Salehifar, M. and Azizi, M.H. (2016). Effect of hydroxy propyl methyl celluloseg and microbial transglutaminase enzyme on farinograph and quality characteristics of gluten-free pasta. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 59(13), 123-132.

Soheili fard, H. (2013). Production justification Ashi noodle and Rice noodle, 38-29.

Tudorica, C.M., Kuri, V. and Brennan, C.S. (2002). Nutritional and physicochemical characteristics of dietary fiber enriched pasta. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (50), 347–356.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 465-478

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 478-465

Investigating the effects of addition of zedo gum on physicochemical, sensory, rheological and colorimetric properties of low salt Ashi noodle

Z. Boorboormoradi[1], L. Nateghi[2*], Eyvaz Zadeh[2]

Received: 2019.05.27
Accepted: 2019.09.08

Introduction: Flour products are one of the most widely used food products in all over the world. Various types of pastry products derived from wheat flour are including the varieties of soup, plumura, and cane produced by traditional and semi-industrial methods. They are categorized in the bread and cereal group. The place of wheat- flour dough products, including Ashi noodle in the food basket of Iranian households, is gradually being consolidated. This product is a mixture of wheat flour, water and salt after the treatment process by the machine before being dried. The high consumption of salt in the Ashi noodle leads to the development and progression of hypertension in addition to increasing the risk of cardiovascular disease and, on the other hand, reducing salt leads to problems such as loosening and loss of Ashi noodle drying, as well as the degradation of the strand when boiling. Hydrocolloids or gums are compounds creating consistency and texture and increasing stability, acting as emulsifiers, forming gels, and improving oral sensation.

Materials and methods: The general objective of this study was to investigate the effects of adding Farsi gum extract at concentrations of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 and 1.2% based on the weight of flour instead of the salt used in the control group of the Ashi noodle (4.5%) on the rheological properties of Ashi noodle, as well as the evaluating physicochemical, texture, colorimetric, qualitative and sensory properties of low salt Ashi noodle one day after production. Zedo gum is a clear gum leaked from mountain almond trees. Zedo gum is found in white, light yellow, yellow vegetable, orange yellow, red and brown, in various sizes and forms. This gum is also composed of Arabinose and Galactose units. It is also known as Shirazi gum. Therefore, seven treatment groups and a control group were designed according to a completely randomized design. In order to analyze the data, Duncan's method was used at 95% significance level in mini-fever software.

Results and discussion: The results of rheological tests of dough with aloe vera revealed that salt reduction and increased gum significantly ($p \leq 0.05$). Those rheological properties of the aqueous pulp which were influenced were including mean curve height, mean curve length, inflation index, and mean surface under the curve, configuration test, and elasticity. The physicochemical results showed that by adding gum and reducing salt content. The amount of moisture was increased and the amount of ash and salt decreased significantly. The results of texture test were determined by texture analysis analyzer. By reducing salt, increasing the concentration of gum, and the hardness of the treatments, the decreasing trend and adhesion rate increased, with the highest adhesion ratio for gum samples 1 and 2. There was no statistically significant difference in the level of adhesion, elasticity and gumminess. The results of colorimetric tests with Hunter lab showed that there was no statistically significant difference in the color components a*, b* and L* between all treatments with the control sample. In evaluating the qualitative characteristics of Ashi noodle, it was shown that by reducing the amount of salt to 3.90% and adding gum to the concentration of 0.6% of the weight of the heterogeneous strands, the weight of the broken and degraded strands showed a decreasing trend compared to the control; and in the concentrations higher than 0.6% gum, these incremental changes showed a statistically significant difference between the samples with 1.2% gum and the other treatments. Moreover, the results of sensory evaluation indicated that there was no significant difference compared to the control sample by reducing the amount of salt to 3.90% and adding 0.6% gum to smell, color, texture and overall acceptance of treatments. The taste score of all treatments did not differ significantly from the control sample. The results of this study showed that the amount of Ashi noodle salinity could be reduced to 0.6%, and instead, gum can be added to it with no effect on the qualitative, textural and sensory properties of the Ashi noodle compared to the control sample.

Keywords: Ashi noodle, Gum, Low salt, Alveolab, Texture Profile Analysis

1 and 2. Former MSc student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran .
(*- Corresponding Author Email: leylanateghi@yahoo.com)